



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 100 13 597 A 1**

⑤1 Int. Cl. 7:
F 01 K 25/00
H 01 M 8/22
H 01 M 8/06

②1 Aktenzeichen: 100 13 597.8
②2 Anmeldetag: 18. 3. 2000
④3 Offenlegungstag: 27. 9. 2001

D 7

DE 100 13 597 A 1

⑦1 Anmelder:
Proton Motor Fuel Cell GmbH, 82319 Starnberg, DE

⑦4 Vertreter:
Klunker, Schmitt-Nilson, Hirsch, 80797 München

⑦2 Erfinder:
Hamelmann, Roland, 82327 Tutzing, DE

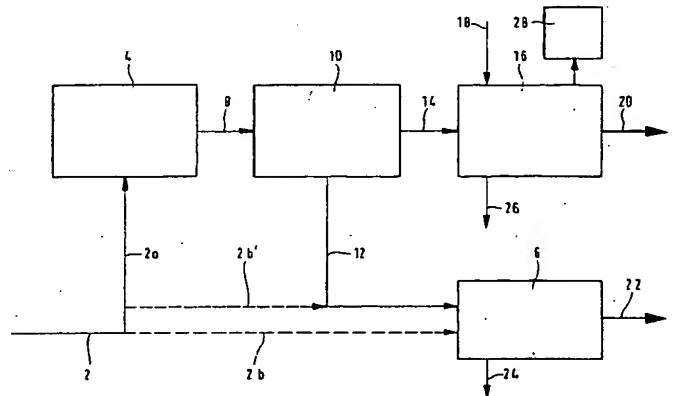
⑤6 Entgegenhaltungen:
DE 196 35 008 A1
DE 195 23 109 A1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 Kombinationsanlage mit einer Brennstoffzelle und einem Verbrennungsmotor und/oder Brenner

- ⑤7 Anlage zur gleichzeitigen Erzeugung von Strom und einer weiteren Energieform, nämlich mechanischer Energie und/oder extern nutzbarer Wärme, aus einem Ausgangsbrennstoff (2) auf Kohlenwasserstoffbasis, aufweisend:
- (a) einen Reformer (4), der für ein partielles Reformieren eines ihm zugeführten Ausgangsbrennstoff-Stroms (2a) unter Entstehung von Wasserstoff ausgebildet ist;
 - (b) eine mit dem Reformer (4) in Strömungsverbindung stehende Trenneinrichtung (10), mit der sich Wasserstoff von dem partiell reformierten Brennstoffstrom (8) abtrennen läßt;
 - (c) eine mit der Trenneinrichtung (10) in Strömungsverbindung stehende Brennstoffzelle (16), mit der sich Strom (20) aus von der Trenneinrichtung (10) zugeführtem Wasserstoff (14) und einem zugeführten Oxidationsmittel (18) erzeugen läßt;
 - (d1) einen Verbrennungsmotor (6), dem sich an Wasserstoffatomen reduzierter, von der Trenneinrichtung (10) stammender Brennstoff (12) zuführen läßt und mit dem sich mechanische Energie (22) erzeugen läßt;
 - und/oder
 - (d2) einen Brenner (6), der sich an Wasserstoffatomen reduzierter, von der Trenneinrichtung (10) stammender Brennstoff (12) zuführen läßt und mit dem sich extern nutzbare Wärme (22) erzeugen läßt.



DE 100 13 597 A 1

Beschreibung

Gegenstand der Erfindung ist eine Anlage zur gleichzeitigen Erzeugung von Strom und einer weiteren Energieform, nämlich mechanischer Energie und/oder extern nutzbarer Wärme, aus einem Ausgangsbrennstoff auf Kohlenwasserstoffbasis, aufweisend:

- (a) einen Reformer, der für ein partielles Reformieren eines ihm zugeführten Ausgangsbrennstoff-Stroms unter Entstehung von Wasserstoff ausgebildet ist;
- (b) eine mit dem Reformer in Strömungsverbindung stehende Trenneinrichtung, mit der sich Wasserstoff von dem partiell reformierten Brennstoffstrom abtrennen läßt;
- (c) eine mit der Trenneinrichtung in Strömungsverbindung stehende Brennstoffzelle, mit der sich Strom aus von der Trenneinrichtung zugeführtem Wasserstoff und einem zugeführten Oxidationsmittel erzeugen läßt;
- (d1) einen Verbrennungsmotor, dem sich an Wasserstoffatomen reduzierter, von der Trenneinrichtung stammender Brennstoff zuführen läßt und mit dem sich mechanische Energie erzeugen läßt;

und/oder

- (d2) einen Brenner, dem sich an Wasserstoffatomen reduzierter, von der Trenneinrichtung stammender Brennstoff zuführen läßt und mit dem sich extern nutzbare Wärme erzeugen läßt.

Es ist bekannt, eine Brennstoffzelle mit Wasserstoff zu betreiben, der in einem Reformer aus Ausgangsbrennstoff auf Kohlenwasserstoffbasis erzeugt worden ist. Hierbei war man bestrebt, das Reformieren möglichst weit zu treiben, d. h. einen möglichst hohen Anteil der im Ausgangsbrennstoff enthaltenen Wasserstoffatome als Wasserstoff zu gewinnen, welcher der Brennstoffzelle zugeführt werden kann. Dies hat zu kompliziert aufgebauten, aufwendigen Reformern geführt, die sich überdies nicht bequem auf sich ändernde Betriebsbedingungen der Brennstoffzelle (z. B. sich ändernde Stromerzeugungsanforderung) steuern lassen.

Als weiterer Stand der Technik sei erwähnt, daß in Kraftfahrzeugen, die von einem Verbrennungsmotor angetrieben werden, normalerweise ein von dem Verbrennungsmotor mechanisch angetriebener Stromgenerator vorhanden ist, so daß außer der mechanischen Antriebsenergie auch Strom erzeugt wird. Diese Stromerzeugung erfolgt jedoch mit einem recht schlechten Wirkungsgrad, weil in der ersten Stufe die Erzeugung mechanischer Energie schon mit dem schlechten, thermodynamischen Wirkungsgrad behaftet ist und weil überdies in der zweiten Stufe der Wirkungsgrad des Stromgenerators ins Spiel kommt.

Gegenüber der angesprochenen, bekannten Brennstoffzellenanlage zeichnet sich die erfindungsgemäße Anlage insbesondere dadurch aus, daß der Reformer bewußt für ein nur partielles Reformieren des Ausgangsbrennstoffs ausgelegt ist und daß der nach Abtrennung des Wasserstoffs verbleibende, an Wasserstoffatomen reduzierte Brennstoff noch energiereich ist und nutzbringend in dem Verbrennungsmotor und/oder dem Brenner verbrannt werden kann. Die Ausdrucksweise "extern nutzbare Wärme" soll zum Ausdruck bringen, daß nicht etwa nur intern in der Anlage (insbesondere im Reformer) eingesetzte Wärme erzeugt wird, sondern Nutzwärme für Zwecke extern von der Anlage. Konkrete Beispiele hierfür werden später gegeben.

Gegenüber dem angesprochenen, bekannten Kraftfahrzeug zeichnet sich die erfindungsgemäße Anlage insbeson-

dere dadurch aus, daß Strom auf grundlegend anderem Weg erzeugt wird, nämlich in einer Brennstoffzelle, und daß demzufolge die Stromerzeugung mit deutlich besserem Wirkungsgrad möglich ist.

- Die Größe des Reformers und der für den Reformer erforderliche Bauaufwand hängen einerseits selbstverständlich von der Leistung ab, für welche die Anlage ausgelegt ist. Andererseits spielt es aber eine sehr wesentliche Rolle, welchen Anteil die Stromerzeugung am Gesamt-Energieoutput der Anlage haben soll. Je kleiner dieser Anteil ist, desto unperfekter und damit kleiner und preisgünstiger kann der Reformer ausgeführt sein.

An dieser Stelle seien typische Beispiele für bei der Erfindung brauchbare Ausgangsbrennstoffe auf Kohlenwasserstoffbasis genannt: Methan, Erdgas, Methanol, Benzin, Dieselöl.

Die bei der erfindungsgemäßen Anlage ermöglichte Vereinfachung des Aufbaus und des Betriebs des Reformers zeigt sich insbesondere daran, daß die bisher übliche CO-Shift-Stufe in der Regel entbehrlich ist. Aber auch andere Einsparungen sind möglich, z. B. Arbeiten bei geringeren Temperaturen, geringeres Apparatvolumen, geringere mit Katalysator besetzte Fläche und dergleichen.

Reformer für Brennstoffe auf Kohlenwasserstoffbasis sind wohlbekannte Apparate, so daß hier keine detailliertere Beschreibung erforderlich ist.

In bevorzugter Weiterbildung der Erfindung ist die Anlage mit einer derartigen Auslegung vorgesehen, daß sich dem Verbrennungsmotor und/oder dem Brenner zusätzlich Ausgangsbrennstoff, der nicht durch den Reformer geleitet worden ist, zuführen läßt. Dabei kann der zusätzliche Ausgangsbrennstoff entweder mit dem an Wasserstoffatomen reduzierten, von der Trenneinrichtung stammenden Brennstoff gemischt werden, oder es kann mit zwei getrennten Zuführungen, z. B. zwei Düsen im Brenner, gearbeitet werden. Auf diese Weise muß nicht der gesamte Ausgangsbrennstoff-Strom durch den Reformer geleitet werden, und es ergibt sich eine optimale Anpassung der Reformiergröße an den Anteil der elektrischen Energie an dem Gesamt-Energieoutput der Anlage.

Es wird darauf hingewiesen, daß die Ausbildung der Anlage in vielen Fällen so sein wird, daß man den an Wasserstoffatomen reduzierten, von der Trenneinrichtung stammenden Brennstoff über eine Leitung kontinuierlich dem Verbrennungsmotor und/oder dem Brenner zuführt. Andererseits ist es jedoch möglich und bei einer Reihe von Fällen praktischer, den an Wasserstoffatomen reduzierten, von der Trenneinrichtung stammenden Brennstoff zunächst einem Zwischentank zuzuführen, von wo dann je nach aktuellem Bedarf der Verbrennungsmotor und/oder der Brenner gespeist werden kann.

Für den Reformer kommen grundsätzlich alle bekannten Bauarten in Betracht. Konkret sind bevorzugt die mit Dampfreformierung arbeitende Bauweise, die mit katalytischer Reformierung arbeitende Bauweise, die mit partieller Oxidation arbeitende Bauweise, und Mischformen dieser Bauweisen. Auch die mit Dampfreformierung und die mit partieller Oxidation (d. h. Einblasen von Luft/Sauerstoff in den Ausgangsbrennstoff) arbeitenden Reformertypen arbeiten in der Regel mit dem Einsatz eines Katalysators. Das Reformieren wird in der Regel bei erhöhter Temperatur durchgeführt.

Ein erster bevorzugter konkreter Typ der eingesetzten Trenneinrichtung ist der mit einer wasserstoffselektiven Membran aufgebaute Typ. Besonders bevorzugt wird eine Palladiummembran, d. h. bestehend aus Palladium oder hauptsächlich aus Palladium, aber einem oder mehreren Zusätzen, eingesetzt. Membran-Trenneinrichtungen sind an

sich bekannt, so daß hier keine detailliertere Beschreibung erfolgen muß.

Ein weiterer bevorzugter Typ von Trenneinrichtung ist eine elektrochemische Wasserstoffpumpe. Hierbei handelt es sich um eine Elektrolysezelle, die mit Strom betrieben wird und anodisch selektiv Wasserstoff oxidiert bzw. ionisiert, eine protonenleitende Membran aufweist und kathodisch Protonen reduziert. Der benötigte Strom kann, muß aber nicht, von der Brennstoffzelle bezogen werden.

Elektrochemische Wasserstoffpumpen sind an sich bekannt, so daß hier keine detailliertere Beschreibung erforderlich ist.

Die Brennstoffzelle ist vorzugsweise eine Polymerelektrolytmembran-Brennstoffzelle.

Die Brennstoffzelle ist vorzugsweise für Luft als Oxidationsmittel und/oder für Betrieb bei Umgebungsdruck und/oder für Kühlung durch die zugeführte Luft ausgelegt. Diese Vorzugsmerkmale führen zu einer besonders einfach aufgebauten und unkompliziert zu betreibenden Brennstoffzelle. Derartige Brennstoffzellen sind an sich bekannt.

Es ist ein Charakteristikum der erfindungsgemäßen Anlage, daß sie sich so auslegen läßt (z. B. durch Leistung des Verbrennungsmotors und/oder des Brenners in Relation zur Größe der Brennstoffzelle, durch Größe und Auslegungswasserstoffausbeute des Reformers, durch Wahl des Verhältnisses der Ausgangsbrennstoff-Ströme durch den Reformer und im Bypass am Reformer vorbei), daß ein relativ großer Anteil des Gesamt-Energieoutputs der Anlage an dem Verbrennungsmotor und/oder dem Brenner anfallen. Vorzugsweise sind das mindestens 20%, stärker bevorzugt mindestens 30%, noch stärker bevorzugt mindestens 50%, und noch stärker bevorzugt mindestens 80%.

Die erfindungsgemäße Anlage läßt sich besonders günstig überall dort einsetzen, wo sowohl Bedarf an Strom als auch Bedarf an Wärme und/oder mechanischer Energie besteht. Als erste besonders bevorzugte Verwendung sei die Kombination von Hausheizung mit Haus-Stromerzeuger genannt. Als zweite besonders bevorzugte Verwendung sei die Kombination von Heizung mit Stromerzeuger für Fahrzeuge genannt, z. B. Omnibus im Winter auf einem Parkplatz stehend, Wohnmobil im Winter auf einem Standplatz stehend, Wohnwagen im Winter auf einem Standplatz stehend (wobei man für "Heizung" auch "heizen und/oder kochen" setzen kann). Als dritte besonders bevorzugte Verwendung sei ein Kraftfahrzeug genannt, wobei der Verbrennungsmotor als Fahrzeug-Antriebsmotor vorgesehen ist und der in der Brennstoffzelle erzeugte Strom für einen zusätzlich vorgesehenen Antriebs-Elektromotor und/oder für das Bordnetz des Kraftfahrzeugs genutzt wird.

Es wird darauf hingewiesen, daß der Anlage ein Speicher für von der Brennstoffzelle erzeugten Strom zugeordnet sein kann, vorzugsweise ein elektrochemischer Speicher (z. B. des Typs, wie er als "Akkumulator" mit einer Reihe unterschiedlicher Elektrodenmaterialien und Elektrolyten bekannt ist), ein elektrochemischer Doppelschichtspeicher (das ist praktisch ein Hochleistungskondensator), ein kapazitiver Speicher, oder ein induktiver Speicher. Im Zusammenhang mit Kraftfahrzeugen wird besonders auf die bevorzugte Möglichkeit hingewiesen, aus dem Speicher einen zusätzlichen Antriebs-Elektromotor als kurzzeitigen Booster-Motor zu speisen. Dies ist ganz besonders günstig und bevorzugt, wenn das Kraftfahrzeug einen elektrischen Anlasser-Generator, z. B. zugeordnet dem Abtriebs-Kurbelwellenende, aufweist; der Anlasser-Generator kann ideal als Booster-Motor benutzt werden.

Ganz generell ist der Einsatz der erfindungsgemäßen Anlage immer dann besonders vorteilhaft, wenn für den benötigten Strom kein Stromnetz zur Verfügung steht oder nur

mit großem Aufwand eine Verbindung zu einem Stromnetz hergestellt werden kann. Zur Veranschaulichung seien die folgenden, besonders bevorzugten Situationen genannt:

- Forschungsstation in kalter, einsamer Umgebung, wo man viel Beheizungswärme, aber auch Strom für elektrische Geräte, Meßgeräte, Informationsübertragung etc. benötigt;
- "Expeditionssituation", wo man den Verbrennungsmotor z. B. zum Betreiben eines Bohrgeräts oder einer Wasserpumpe oder einer Erdölförderpumpe benötigt, aber auch Strom für den Komfort der dort lebenden Menschen;
- Pipeline-Pumpenstation in einsamer Umgebung, wo man Strom zumindest für die Steuerung der Pumpe und Informationsübertragung benötigt;
- Erdölraffinerie in einsamer Gegend, wo einerseits hoher Wärmebedarf besteht, aber andererseits zumindest für das Feld Messen-Steuern-Regeln Strom vorhanden sein muß.

Es versteht sich, daß bei Vorhandensein eines Verbrennungsmotors dessen Abwärme, insbesondere im Kühlwasser und im Abgas, bei Bedarf nutzbar ist, z. B. für Heizzwecke. Der Begriff "Verbrennungsmotor" ist in der vorliegenden Anmeldung umfassend als "Maschine zum Erzeugen mechanischer Energie aus der Verbrennung von Brennstoff" zu verstehen. Bevorzugte Typen sind Hubkolbenmotor mit innerer Verbrennung, Stirling-Motor, Gasturbine.

Gegenstand der Erfindung ist auch ein Verfahren zur kombinierten Erzeugung von Strom und einer weiteren Energieform, nämlich mechanische Energie und/oder extern nutzbarer Wärme, aus einem Ausgangsbrennstoff auf Kohlenwasserstoffbasis, welches die eingangs offenbarten technischen Maßnahmen, gegebenenfalls eines oder mehrere der vorstehend offenbarten Vorzugsmerkmale, aufweist.

Die Erfindung und bevorzugte Weiterbildungen der Erfindung werden nachfolgend anhand eines schematisiert als Blockdiagramm dargestellten Ausführungsbeispiels noch näher erläutert. Das einzige Zeichnungsblatt zeigt ein Blockdiagramm einer erfindungsgemäßen Anlage.

Ein Ausgangs-Brennstoffstrom 2 wird zunächst aufgeteilt in einen ersten Strom 2a zu einem Reformer 4 und einen zweiten Strom 2b direkt zu einem Verbrennungsmotor und/oder einem Brenner 6. Das Aufteilungsverhältnis der Ströme 2a und 2b kann per Auslegung in weiten Bereichen unterschiedlich sein, z. B. zwischen 100% : 0% (überhaupt kein Strom 2b direkt zu dem Verbrennungsmotor und/oder Brenner 6 vorhanden) und 3% : 97%. Es kann aber auch so sein, daß das Aufteilungsverhältnis bei einer bestehenden, bzw. betriebenen Anlage variierbar ist, z. B. wenn man bei konstantem Strombedarf einen erhöhten Antriebsleistungsbedarf oder einen erhöhten Wärmebedarf hat oder wenn man bei ungeändertem Antriebsleistungsbedarf oder Wärmebedarf einen höheren Strombedarf hat (es versteht sich, daß bei diesen Beispielen die Gesamt-Brennstoffzufuhr erhöht werden muß).

Der Reformer 4 ist ein Reformer, der bewußt nur für ein partielles Reformieren des als Strom 2a zugeführten Ausgangsbrennstoffs ausgelegt ist. Es handelt sich also um einen Reformer, der gerade nicht auf hohe Wasserstoffausbeute abzielt. Bevorzugt sind eine Wasserstoffausbeute unter 50%, stärker bevorzugt unter 20%, noch stärker bevorzugt unter 10%, noch stärker bevorzugt unter 5%. Unter "Wasserstoffausbeute" wird hier der Anteil an gewonnenen Wasserstoffatomen bzw. Molekülen aus zwei Wasserstoffatomen in Relation zu allen im Reformer an der Reaktion beteiligten Wasserstoffatomen, also einschließlich der Wasser-

stoffatome aus etwaig zugeführtem Wasser, verstanden.

Von dem Reformer 4 wird ein Strom 8 aus partiell reformiertem Brennstoff einer Trenneinrichtung 10 zugeführt. Während die Ströme 2a und 2b zumindest dann Flüssigkeitsströme sind, wenn man mit bei Raumtemperatur flüssigem Ausgangsbrennstoff arbeitet, ist der Strom 8 häufig ein Gasstrom. Die Trenneinrichtung 10 kann man sich konkret insbesondere als Membrantrenneinrichtung (wobei die Membran selektiv praktisch nur Wasserstoff hindurchtreten läßt, alle anderen Atome und Moleküle nicht) oder als elektrochemische Wasserstoffpumpe vorstellen.

Von der Trenneinrichtung 10 wird ein Strom 12 aus an Wasserstoff reduziertem Brennstoff, gasförmig oder flüssig oder nach Abkühlung flüssig, dem Verbrennungsmotor und/oder Brenner 6 zugeführt. Der Verbrennungsmotor 6 oder der Brenner 6 müssen keine besonders spezielle Auslegung haben. Es sind Verbrennungsmotoren verfügbar, die problemlos mit gasförmigem Brennstoff betrieben werden können, und für Brenner gilt dies erst recht.

Der in der Trenneinrichtung 10 abgetrennte Wasserstoff wird als Strom 14 einer Brennstoffzelle, vorzugsweise Polymerelektrolytmembran-Brennstoffzelle 16, zugeführt, ebenso ein Luftstrom 18. Die Abgabe des erzeugten elektrischen Stroms von der Brennstoffzelle 16 ist mit einem Pfeil 20 symbolisiert. Bei dem Verbrennungsmotor und/oder Brenner 6 ist mit einem Pfeil 22 die Abgabe von mechanischer Energie und/oder die Abgabe von extern nutzbarer Wärme (aus dem Brenner, ggf. auch aus dem Verbrennungsmotor) angedeutet. Mit einem Pfeil 24 ist ein Abgasstrom aus dem Verbrennungsmotor und/oder Brenner angedeutet. Mit einem Pfeil 26 ist ein Strom von durch "kalte Verbrennung" in der Brennstoffzelle 16 gebildeten Wasser angedeutet.

Außerdem ist ein vorzugsweise elektrochemischer Speicher 28 oder kapazitiver Speicher 28 eingezeichnet, der elektrisch mit der Brennstoffzelle 16 verbunden ist.

Der Ausgangsbrennstoff-Strom 2b ist in unterbrochener Linie gezeichnet, um anzudeuten, daß ein derartiger Bypass des Reformers 4 und der Trenneinrichtung 10 zwar bevorzugt, aber zur Ausführung der Erfindung nicht zwingend erforderlich ist. Der Ausgangsbrennstoff-Strom 2b kann, wie als erste Möglichkeit eingezeichnet, gleichsam parallel zu dem Strom 12 aus an Wasserstoffatomen reduziertem Brennstoff dem Verbrennungsmotor und/oder Brenner zugeführt werden. Außerdem ist als zweite Möglichkeit ein Ausgangsbrennstoff-Strom 2b' eingezeichnet, um anzudeuten, daß man diesen Strom 2b' alternativ auch mischend mit dem Strom 12 aus an Wasserstoffatomen reduziertem Brennstoff zusammenführen kann, ehe der gemischte Strom dem Verbrennungsmotor und/oder Brenner 6 zugeführt wird.

Abwärme des Verbrennungsmotors 6 und/oder einen Teil der im Brenner 6 erzeugten Wärme kann man zur Deckung des Wärmebedarfs des Reformers 4 einsetzen.

Vorstehend sind die Verbindungslinien zwischen den Bestandteilen der Anlage als Fluidströme 2, 2a, 2b, 2b', 8, 12, 14 beschrieben worden. Diese Verbindungslinien kann man sich naturgemäß auch konkret als Leitungen vorstellen. Weiter vorn ist schon darauf hingewiesen worden, daß in der Leitung 12 und/oder in den Leitungen 2b, 2b' wahlweise auch jeweils ein Zwischentank vorgesehen sein kann. Das gleiche gilt selbstverständlich für die Leitungen 2 und 2a.

Patentansprüche

1. Anlage zur gleichzeitigen Erzeugung von Strom und einer weiteren Energieform, nämlich mechanischer Energie und/oder extern nutzbarer Wärme, aus einem Ausgangsbrennstoff (2) auf Kohlenwasserstoff-

basis, aufweisend:

- (a) einen Reformer (4), der für ein partielles Reformieren eines ihm zugeführten Ausgangsbrennstoff-Stroms (2a) unter Entstehung von Wasserstoff ausgebildet ist;
 - (b) eine mit dem Reformer (4) in Strömungsverbindung stehende Trenneinrichtung (10), mit der sich Wasserstoff von dem partiell reformierten Brennstoffstrom (8) abtrennen läßt;
 - (c) eine mit der Trenneinrichtung (10) in Strömungsverbindung stehende Brennstoffzelle (16), mit der sich Strom (20) aus von der Trenneinrichtung (10) zugeführtem Wasserstoff (14) und einem zugeführten Oxidationsmittel (18) erzeugen läßt;
 - (d1) einen Verbrennungsmotor (6), dem sich an Wasserstoffatomen reduzierter, von der Trenneinrichtung (10) stammender Brennstoff (12) zuführen läßt und mit dem sich mechanische Energie (22) erzeugen läßt;
- und/oder
- (d2) einen Brenner (6), dem sich an Wasserstoffatomen reduzierter, von der Trenneinrichtung (10) stammender Brennstoff (12) zuführen läßt und mit dem sich extern nutzbare Wärme (22) erzeugen läßt.
2. Anlage nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch eine derartige Auslegung, daß sich dem Verbrennungsmotor (6) und/oder dem Brenner (6) zusätzlich Ausgangsbrennstoff (2b), der nicht durch den Reformer (4) geleitet worden ist, zuführen läßt.
 3. Anlage nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Reformer (4) ein mit Dampfreformierung arbeitender Reformer ist.
 4. Anlage nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Reformer (4) ein mit katalytischer Reformierung arbeitender Reformer ist.
 5. Anlage nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Reformer (4) ein mit partieller Oxidation arbeitender Reformer ist.
 6. Anlage nach einem der Ansprüche 4 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Trenneinrichtung (10) mit einer wasserstoffselektiven Membran aufgebaut ist.
 7. Anlage nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß eine Palladiummembran vorgesehen ist.
 8. Anlage nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Trenneinrichtung (10) eine elektrochemische Wasserstoffpumpe ist.
 9. Anlage nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Brennstoffzelle (16) eine Polymerelektrolytmembran-Brennstoffzelle ist.
 10. Anlage nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Brennstoffzelle (16) für Luft (18) als Oxidationsmittel ausgelegt ist.
 11. Anlage nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Brennstoffzelle (16) für Betrieb bei Umgebungsdruck ausgelegt ist.
 12. Anlage nach Anspruch 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Brennstoffzelle (16) für Kühlung durch die zugeführte Luft (18) ausgelegt ist.
 13. Anlage nach einem der Ansprüche 1 bis 12, gekennzeichnet durch eine Auslegung, bei der mindestens 20% des Energieoutputs der Anlage an dem Verbrennungsmotor (6) und/oder dem Brenner (6) anfallen.
 14. Anlage nach einem der Ansprüche 1 bis 12, gekennzeichnet durch eine Auslegung, bei der mindestens 30% des Energieoutputs der Anlage an dem Ver-

brennungsmotor (6) und/oder dem Brenner (6) anfallen.

15. Anlage nach einem der Ansprüche 1 bis 12, gekennzeichnet durch eine Auslegung, bei der mindestens 50% des Energieoutputs der Anlage an dem Verbrennungsmotor (6) und/oder dem Brenner (6) anfallen. 5

16. Anlage nach einem der Ansprüche 1 bis 12, gekennzeichnet durch eine Auslegung, bei der mindestens 80% des Energieoutputs der Anlage an dem Verbrennungsmotor (6) und/oder dem Brenner (6) anfallen. 10

17. Verwendung der Anlage nach einem der Ansprüche 1 bis 16 als Kombination von Hausheizung mit Haus-Stromerzeuger. 15

18. Verwendung der Anlage nach einem der Ansprüche 1 bis 16 als Kombination von Heizung mit Stromerzeuger für Fahrzeuge.

19. Verwendung der Anlage nach einem der Ansprüche 1 bis 16 in einem Kraftfahrzeug, wobei der Verbrennungsmotor als Fahrzeugantriebsmotor vorgesehen ist und der in der Brennstoffzelle erzeugte Strom für einen zusätzlich vorgesehenen Antriebs-Elektromotor und/oder für das Bordnetz des Kraftfahrzeugs genutzt wird. 20 25

20. Verwendung nach Anspruch 18 oder 19, wobei ein Speicher (28) für von der Brennstoffzelle (16) gelieferten Strom vorgesehen ist.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

30

35

40

45

50

55

60

65

